WESTFÄLISCHE
WILHELMS-UNIVERSITÄT
MÜNSTER

Fb 12, Institut für Didaktik der Chemie, Fliednerstr. 21

Integriertes Seminar **„Chemie im Haushalt“**

Friese/Hettgen

SS 2007 Do 14 –16 Uhr

Andrea Beckmann (4. FS)
Friedrich-Ebert-Platz
48153 Münster

Janina Langner (4. FS)
Am Alten Schützenhof
48153 Münster

Datum des Referats: 05.07.2007

Backpulver
-
Warum geht der Kuchen auf?

Inhaltsverzeichnis

1.Lehrplanbezug.....Seite 3

2. Sachanalyse.....Seite 3

2.1 Die Geschichte des Backpulvers.....Seite 3

2.2 Verfahren der Teiglockerung..... Seite 6

2.2.1 Physikalische (mechanische) Teiglockerung…… Seite 6

2.2.2 Biologische Teiglockerung……..Seite 6

2.2.3 Chemische Teiglockerung……..Seite 7

2.3 Chemische Backtriebmittel……..Seite 7

2.3.1 Backpulver…… Seite 7

2.3.2 Hirschhornsalz……Seite 8

2.3.3 Pottasche…….. Seite 9

3. Experimente…… Seite 9

3.1 Wo ist das Backpulver von Bäcker Kringelmann? ..... Seite 10

3.2 Der Geist aus der Flasche……...Seite 10

3.3 Der Kerzenlöscher…….. Seite 11

3.4 Die Backpulverrakete……Seite 11

4. Didaktisch-methodische Analyse..... Seite 12

4.1 Didaktische Reduktion……....Seite 12

4.2 Methodische Überlegungen…… Seite 13

5. Literaturverzeichnis……Seite 15

6. Anhang

- Schülerarbeitsblätter.....Seite 17
- Folien.....Seite 23

1. Lehrplanbezug

Der Lehrplan NRW 2003 (vgl. Lehrplan NRW S. 55) beinhaltet unter anderem die Bereiche „Natur und Leben“, „Technik und Umwelt“ sowie „Zeit und Kultur“. „Backpulver- Warum geht der Kuchen auf?“ als ein Thema des Sachunterrichts lässt sich auf diese drei Bereiche übertragen.

In einer vorbereiteten Unterrichtsreihe wird am Beispiel des Gases Kohlendioxid der Aufgabenschwerpunkt „Stoffe und ihre Umwandlung“ behandelt, die Schüler lernen Eigenschaften dieses speziellen Gases kennen und können im späteren Chemieunterricht diese Erfahrungen auf andere Gase übertragen.

Ein Besuch in einer Bäckerei zu einem späteren Zeitpunkt der Unterrichtsreihe dient dazu, den Beruf des Bäckers näher kennen zu lernen, um verstehen zu können, welche Arbeit dieser leistet um ihnen stets frisches Brot anbieten zu können. Den Schülern wird ein Einblick in den Aufgabenschwerpunkt „Berufe und Arbeitsstätten“ sowie „Arbeit und Produktion“ geboten.

Zur Vertiefung des Themas bietet es sich an, auf die geschichtliche Entwicklung von Backtriebmitteln einzugehen oder die Geschichte des Bäckerberufes näher zu behandeln, so dass der Aufgabenschwerpunkt „Früher und Heute“ ebenfalls abgedeckt ist (vgl. Lehrplan NRW 2003, S. 59 ff). (Andrea)

2. Sachanalyse

2.1 Die Geschichte des Backpulvers

Die Entwicklung eines chemischen Triebmittels zur Teiglockerung hat ihren Ursprung in den USA, wo ein Schüler Justus von Liebigs (1803-1873), Eben Norton Horsford (1818-1893), ein Backpulver auf der Basis von Hydrogenphosphat entwickelte und patentieren ließ. Im Zusammenhang mit einer Hungersnot in Ostpreußen begann Liebig 1868 sich mit der Herstellung von Backpulver als Hefeersatz, dem bisherigen biologischen Triebmittel, zu beschäftigen (vgl. Schwedt 2003, S. 28).

Bedingt durch den damaligen Getreidemangel suchte Liebig nach einem anderen Triebmittel, da beim Gärungsprozess mit Hefe Verluste von 1-3% entstanden (vgl. Borse 1999, S. 59). Liebig stellte Brote her, die mit Natriumhydrogencarbonat und Salzsäure gelockert waren. Gemeinsam mit seinem Schüler Horsford ersetzten sie später die Salzsäure durch Monocalciumphosphat, da es sich leichter Hand haben ließ als die Salzsäure. Das von Liebig entwickelte Triebmittel zur Lockerung von Teigen war allerdings in mehrfacher Hinsicht für die damaligen Hausfrauen problematisch: Das Triebmittel verdarb relativ schnell und konnte somit nicht gelagert werden. Außerdem handelte es sich um ein Pulver, das in der Apotheke, entsprechend der Mischungsverhältnisse, hergestellt werden musste und damit teuer war. Auch waren die Backergebnisse noch nicht den Wünschen der Kundschaft entsprechend, da die Backergebnisse

nicht immer den erhofften Erfolg lieferten und das Triebmittel einen Eigengeschmack aufwies (vgl. www.droetker.de).

Die Weiterentwicklung des Backpulvers geschieht 1891 durch den Apotheker Dr. August Oetker, der in seiner Bielefelder Apotheke nach langer Forschertätigkeit ein Pulver entwickelte, das eine Revolution für das Backen bedeutet und bis heute unverzichtbar für die Herstellung von Teigen ist. Dr. August Oetker, Sohn eines Bäckermeisters, kannte die Vorgänge in einer Bäckerei und die Arbeit, die es den Hausfrauen bereitete die Familie mit Brot zu versorgen. Oetker wollte ein Produkt auf den Markt bringen, dass sich in der Praxis bewährte. Um seinen Kunden diese Gelinggarantie geben zu können, probierte seine Frau Caroline unzählige Male das Backpulver aus. Erst nachdem Oetker sicher war, dass ein Tütchen Backpulver exakt für ein Pfund Mehl geeignet ist, brachte er sein Backpulver mit dem Namen „Backin“ auf den Markt.

Abbildung 1: Versuchsküche 1911
Quelle: www.markenmuseum.com

Eine Neuerung für den damaligen Haushalt war, dass das Pulver in kleinen Tütchen abgepackt war und nicht in großen Mengen verkauft wurde, so dass ein Tütchen genau abgemessen für ein Pfund Mehl verkauft wurden. Neben der Gelinggarantie und der damit verbundenen leichten Zubereitung eines Teigs bot Dr. August Oetker eine weitere Dienstleistung für Hausfrauen an, die Backpulvertüten waren mit Gratisrezept auf der Rückseite versehen. Diesen kostenlosen Services nahmen die Hausfrauen gerne in Anspruch.

Abbildung 2: Rezepvorschlag
Quelle: www.gfk-verein.de

Abbildung 3: Anzeige Backin 1959
Quelle: www.gfk-verein.de

Neben dem Rezeptangebot auf den Backpulvertütchen veröffentlichte Oetker in Zeitungen Rezepte, die als „wichtigste“ Zutat Backpulver enthielten. Durch diese, für die damalige Zeit neuartigen Werbemaßnahmen, die sich primär an Hausfrauen richteten, konnte sich das Produkt dauerhaft auf dem Markt durchsetzen.

Mit dem Beginn der industriellen Fertigung des Backpulvers seit 1893 setzte sich das Produkt in ganz Deutschland durch und konnte zu einem geringeren Preis verkauft werden. Ein Päckchen Backpulver kostete damals 10 Pfennig. Oetker ließ seine Produkte und sein Warenzeichen um die Jahrhundertwende schützen. Seitdem sind alle Oetker Produkte mit dem so genannten rot-weißen „Hellkopf“ versehen. Aus der Bielefelder Apotheke hat sich ein Unternehmen entwickelt, das bereits 1908 die erste Auslandfertigung in Wien aufnahm. An der Zusammensetzung des Backpulvers hat sich bis heute nichts geändert, nur die Gestaltung des Päckchens richtet sich nach dem jeweiligen Zeitgeschmack (vgl. www.gfk-verein.de). (Janina)

Abbildung 4: Backinpackungen im Wandel der Zeit. 1893, 1902, 1916, 1933, 1956, 1979
Quelle: www.markenmuseum.com

2.2 Verfahren der Teiglockerung

Die Teiglockerung hat verschiedene Auswirkungen auf die Backwaren. Neben der Zunahme an Volumen werden die Backwaren durch die Auflockerung bekömmlich und leichter verdaulich, da die Teige gebacken und somit von Hitze durchdringt werden. Das gelockerte Gebäck kann bereits im Mundraum mit Speichel durchsetzt werden und die Enzyme können im Verdauungstrakt besser in den Nahrungsbrei eindringen, die Nährstoffe abbauen und die Nahrung verdauen. Bei der Brotherstellung wird die Krume schnitt- und streichfähig. Außerdem erhält die Ware das gewünschte Aroma, da die Aromastoffe durch die entstandenen Poren in das Gebäck drängen können (vgl. Loderbauer 2004, S. 227).

Die Teiglockerung ist durch verschiedene Verfahren möglich, die im Folgenden vorgestellt werden.

2.2.1 Physikalische (mechanische) Teiglockerung

Die physikalische Teiglockerung ist möglich durch Luft und Wasserdampf. Bei der Lockerung durch Luft wird Eischnee oder aufgeschlagenes Milchfett verwendet, da beide durch Aufschlagen oder Aufblasen die eingebrachte Luft gut halten können. Diese Eigenschaft wird als Viskosität bezeichnet. Das unterschiedliche Schaumbildungsvermögen von Eiern, Schlagsahne und Milch kommt daher, dass Eiweiß eine größere Viskosität als Milchfett und besonders als feste Fette besitzt.

Das Eiweiß nimmt beim schaumig schlagen viel Luft auf. Dem Teig wird durch Unterheben von Eischnee Luft zugeführt. Diese dehnt sich während des Backvorganges aus. In den Backwaren entstehen Poren, die den Teig auflockern (vgl. Loderbauer 2004, S. 234). Zusätzlich entsteht beim Backen durch die hohe Temperatur Wasserdampf der den Teig lockert. Bei der Verwendung von physikalischen Lockerungsmitteln ist es wichtig, den Eischnee vorsichtig unter zu heben, da er ansonsten zusammenfällt und die untergeschlagene Luft wieder entweicht. Eine weitere Maßnahme, die ein verfrühtes Entweichen der Luft verhindert, ist das sofortige Backen des Gebäcks nach der Herstellung (vgl. Schlieper 2003, S. 153).

2.2.2 Biologische Teiglockerung

Die biologische Teiglockerung geschieht durch die Hefe. Diese zum Backen verwendeten Hefezellen (Mikroorganismen) werden in Hefefabriken gezüchtet und als Backhefe bezeichnet. Die Hefezelle ist ein ovaler, einzelliger Pilz von ca. 1/100 mm Größe. Jede Zelle ist ein eigenständiges Lebewesen, weshalb die Lockerung als biologische Lockerung bezeichnet wird. Im Hefeteig vermehren sich die Hefezellen. Der Vorgang wird als alkoholische Gärung bezeichnet, da die Hefezellen Zucker in Alkohol und Kohlenstoffdioxid spalten. Die Teiglockerung entsteht dadurch, dass sich durch Erwärmung Alkohol und Kohlenstoffdioxid beim Backen ausdehnen. Die Hefezellen benötigen verschiedene Voraussetzungen (Wärme, Wasser, Nahrung, Sauerstoff), um existieren zu können. Dies muss bei der Hefeteigherstellung beachtet werden. Bei der Teigherstellung sollte die verwendete Flüssigkeit warm sein und der erstellte Vorteig an einem

warmen Ort Gehen können. Starke Hitzeeinwirkungen schädigen die Mikroorganismen, die sich dann nicht mehr vermehren können (vgl. Schlieper 2003, S. 153).

2.2.3 Chemische Teiglockerung

Die drei chemisch hergestellten Teiglockerungsmittel sind Backpulver, Hirschhornsalz und Pottasche. Ein weiteres chemisches Lockerungsmittel, dass heute nicht mehr verwendet wird, da es die Backwaren zu sehr austrocknet, ist das Natron. Backpulver, Hirschhornsalz und Pottasche erzielen die Teiglockerung durch die Bildung von Kohlenstoffdioxid, als Teiglockerungsgas. Kohlenstoffdioxid wird durch eine chemische Reaktion freigesetzt (vgl. Loderbauer 2004, S. 231).

2.3 Chemische Backtriebmittel

2.3.1 Backpulver

Der Hauptbestandteil des Backpulvers ist das Natriumhydrogenkarbonat ($NaHCO_3$), das auch als Natron bezeichnet wird. Natron ist ein Mineralsalz, das aus der Natur gewonnen wird. Ein Abbaugebiet befindet sich am Tschadsee in Afrika. Das Seewasser enthält besonders viel Natron und wird in großen Freilandbecken durch die Sonne verdunstet. Als Rückstände bleiben große, weiße Platten getrocknetes Natron, das in der Backpulverherstellung verwendet werden kann (vgl. Hecker 2006, S. 83).

Das Backpulver setzt sich zusammen aus einem Kohlenstoffdioxidträger (Natriumhydrogencarbonat), der das Kohlenstoffdioxid zur Teiglockerung zur Verfügung stellt, einem Säureträger (z.B. Weinstein, Weinsäure oder phosphorsaures Salz), der das Kohlenstoffdioxid in der chemischen Reaktion freisetzt und Trennmitteln (Stärke), die die vorzeitige Reaktion von Kohlenstoffdioxid mit der Säure verhindern und eine Trockenlagerung ermöglichen.

Erst unter Feuchtigkeits- und Wärmeeinwirkung treibt die Säure das CO_2 aus dem Natron heraus. Eine leichte Kohlenstoffdioxidbildung entsteht bereits durch die Zugabe von Feuchtigkeit während der Teigherstellung und durch die Wirkung der Triebmittel durch die Raumtemperatur. Dieser Vorgang wird als Vortrieb des Teiges bezeichnet. Der Nachtrieb des Teiges geschieht während des Backvorgangs im Ofen, da die Wärme das Kohlenstoffdioxid vollständig aus dem Natron treibt. Durch die Wärme dehnt sich das Kohlenstoffdioxid weiter aus. Im Teig entstehen viele kleine Poren, die eine sichtbare Volumenvergrößerung des Teiges bewirken.

Bei der Verarbeitung von Backpulver wird das Backpulver zum Mehl gegeben und vermischt. Bedingt durch den Vortrieb sollten Teige mit Backpulver sofort nach der Zubereitung gebacken werden, um die vollständige Lockerung im Ofen zu ermöglichen.

Die Dosierung des Backpulvers ist zum Erreichen eines optimalen Backergebnisses von Bedeutung. Zu viel Backpulver verursacht eine sehr starke Kohlenstoffdioxidentwicklung. Es entsteht ein zu großer Druck durch das Lockerungsgas und die Teige fallen nach einer starken Volumenvergrößerung wieder in sich zusammen. Kennzeichen dafür sind eine eingefallenes

Gebäck mit einem Wasserstreifen in der Krume. Bei der Verwendung von zu wenig Backpulver verhindert die zu geringe Triebwirkung eine Zunahme an Gebäckvolumen und somit eine ausreichende Lockerung der Backwaren. Die Lagerung von Backpulver sollte kühl, trocken und in fest verschlossenen Behältern stattfinden, da ansonsten während der Lagerung bereits eine Triebentwicklung entstehen kann. Das bereits umgesetzte Kohlenstoffdioxid fehlt dann während der Teigzubereitung (vgl. Loderbauer 2004, S. 232).
Backpulver findet auch seinen Einsatz als bewährtes Hausmittelchen. Angebrannte Töpfe können mit Backpulver und Wasser gereinigt werden. Zum Säubern eines verschmutzten Hemdkragens kann Backpulver auf den Kragen gestreut und leicht eingerieben werden. Nach einer Stunde vorsichtig ausbürsten (vgl. http://www.hausfrauenseite.de).
Auch im Gartenbereich kann Backpulver angewendet werden, indem es dick aufgestreut Ameisen bekämpfen soll (vgl. http://www.wdr.de).

2.3.2 Hirschhornsalz

Bei dem Glauben, dass für die Gewinnung von Hirschhornsalz Hirsche ihre Geweihe opfern mussten, handelt es sich um einen Irrglauben. Das Hirschhornsalz wurde ursprünglich aus tierischen Bestandteilen wie Horn, Leder oder Klauen hergestellt (vgl. http://www.kochpiraten.de).
Das weiße Pulver wird heute chemisch hergestellt und enthält Ammoniumsalze und wird auch als Ammonium bezeichnet. Auf Grund der chemischen Zusammensetzung des Hirschhornsalzes, **A**mmonium**h**ydrogen**c**arbonat, wird auch der Name **AHC**-Trieb verwendet.
Das Hirschhornsalz besteht aus drei Verbindungen (vgl. Brose 1999, S. 61):

Ammoniumcarbonat	$(NH_4)2CO_3$	$\rightarrow$	$2NH_3 + CO_2 + H_2O$
Ammoniumhydrogencarbonat	NH_4HCO_3	$\rightarrow$	$NH_3 + CO_2 + H_2O$
Ammonuiumcarbamat	$NH_4NH_2CO_2$	$\rightarrow$	$2NH_3 + CO_2$

Unter der Hitzeinwirkung im Backofen, ab ca. 60 °C zerfällt das Hischhornsalz vollständig in drei Gase: Ammoniak, Kohlenstoffdioxid und Wasserdampf. Das Ammoniak hat einen stechenden Geruch und ergibt den Geschmack. Das Kohlenstoffdioxid bewirkt den Teigauftrieb und der Wasserdampf entweicht. Kennzeichen für die Verwendung von Hirschhornsalz sind eine großporige Lockerung des Gebäcks. Hirschhornsalz wird in der Verarbeitung von trockenen (wasserarmen) Flachgebäcken, wie Lebkuchen, verwendet, da das stechend riechende und schmeckende Ammoniak aus Flachgebäcken gut entweichen kann. Auch bei der Herstellung von Amerikaner wird Hirschhornsalz verwendet, da die entstehenden Gase aus den großen Poren gut entweichen können.

Bei der Verarbeitung von Hirschhornsalz ist bedingt durch die starke Triebwirkung ein genaues Einhalten der Mengenangaben im Rezept erforderlich. Das Triebmittel wird zunächst in Wasser, Milch oder Eiklar gelöst und dann weiterverarbeitet. Hirschhornsalz muss in trockenen, dichten Gefäßen gelagert werden, da es stark hygroskopisch (Wasser anziehend ist) (vgl. Loderbauer 2004, S. 232).

2.3.3 Pottasche

Die Pottasche enthält als Bestandteil Kaliumcarbonat (K_2CO_3). Nur in Verbindung mit einem Säureträger und unter Backhitzeeinwirkung kann Kohlenstoffdioxid freigesetzt werden. Bei der Verwendung von Pottasche in Lagerteigen für braune Lebkuchen entsteht, durch die wochen- oder monatelange Lagerung, Milch- und Essigsäure, die die Triebwirkung der Pottasche ermöglichen. Durch die chemische Reaktion entsteht Kaliumoxid, das in Verbindung mit der Feuchtigkeit im Teig eine schwache Kalilauge bildet (vgl. Bose 1999, S. 61).
Die Kalilauge ist verantwortlich für die typischen Eigenschaften von Lebkuchen. Im Backofen treiben die Lebkuchen leicht breit aus, der Lebkuchen erhält seinen leicht laugigen Geschmack und bleibt über einen relativ langen Zeitraum weich. Pottasche wird auch gemeinsam mit Hirschhornsalz in der Lebkuchenteigherstellung verwendet. Durch die Pottasche entstehen breite, flache Poren. Das Hirschhornsalz lockert großporiger nach oben (vgl. Loderbauer 2004, S. 233). (Janina)

3. Die Experimente

In der Literatur werden viele kindgerechte Experimente mit Backpulver beschrieben. Die vier nachfolgend aufgeführten Experimente sollen die Entstehung von Kohlendioxid als Grund für das Aufgehen des Brotteigs verdeutlichen.
Jedes dieser Experimente lässt sich bereits in der Grundschule durchführen, unter Anleitung können die Schüler selbständig experimentieren um die Funktion von Backpulver im Kuchenteig zu verstehen.

Zum Einstieg wird den Schülern eine Geschichte vorgelesen:
Wo ist das Backpulver von Bäcker Kringelmann?
Bäcker Kringelmann ist in der letzten Zeit wieder einmal besonders schusselig. Nicht nur das er vorherige Woche verschlafen hat, sodass es im ganzen Dorf keine frischen Brötchen gab, nun ist ihm auch noch dieses Unglück mit der neuen Lieferung passiert: Vorgestern wurden auf seinem Hof große Mengen Mehl, Zucker und Backpulver angeliefert. Er hatte alles schnell in Säcke abgefüllt, in der Eile aber vergessen, die Säcke zu beschriften. Nun war der Lieferant aber so freundlich und hatte bereits eine große Menge Mehl mit Backpulver vermischt um Bäcker Kringelmann die Arbeit zu erleichtern. Wo war denn nun der Sack nur mit Mehl und wo war der

Sack mit der Mehl/Backpulver Mischung, denn beides sah für Bäcker Kringelmann völlig gleich aus.
Da erinnerte er sich an seinen Chemieunterricht. Irgendwas war da mit Backpulver und warmen Wasser. Wenn man eine Teigkugel kneten würde und diese in Wasser gibt, was passierte dann noch mal wegen des Backpulvers im Teig?
Bäcker Kringelmann grübelte noch ein wenig, dann glaubte er wieder zu wissen wie das Experiment funktioniert.
Möchtest du Bäcker Kringelmann helfen, den Mehlsack mit dem Backpulver ausfindig zu machen?

3.1 Wo ist das Backpulver von Bäcker Kringelmann?

Materialien: 2 Mehlproben (je 50g) in je einem Becherglas, Wasser, 2 Rührschüsseln, Messzylinder, 2 Heizplatten, 2 Bechergläser (600ml) gefüllt mit kaltem Wasser, 2 Thermometer, 1 Teel. Backpulver

Durchführung: Eine Mehlprobe mit dem Backpulver vermengen. Die Mehlproben werden mit jeweils 30 ml Wasser vermischt und in den Rührschüsseln zu einer Teigkugel geknetet. Nun werden die Bechergläser bis zur Hälfte mit kaltem Wasser gefüllt und die Teigkugeln in das Wasser gegeben. Die Heizplatten werden auf 200°C erhitzt, währenddessen wird das Thermometer ins Wasser gegeben und die Bechergläser auf die Heizplatten gestellt. Bei einer Wassertemperatur von 40°C steigt die Teigkugel mit dem Backpulver nach oben, die andere Teigkugel bleibt auf dem Boden des Becherglases liegen.

Chemische Erklärung: Die Teigkugel, die das Backpulver enthält steigt nach oben, da Backpulver ein Backtriebmittel ist. Das Backpulver bildet, bedingt durch die Wärmezufuhr, das Gas Kohlenstoffdioxid in der Teigkugel. Durch die Teiglockerung vergrößert sich das Volumen der Teigkugel und führt somit zu einer Verringerung des spezifischen Gewichts (vgl. Schwedt 2003, S. 32).

3.2 Der Geist aus der Flasche

Materialien: 1 Packung Backpulver, Essig, Flasche, Luftballon, Trichter, Messzylinder, Schutzbrille

Durchführung: Es werden 100ml Essig in die Flasche gefüllt. Nun wird ein Päckchen Backpulver mit Hilfe des Trichters in den Luftballon gefüllt und dieser vorsichtig über den Rand der Flasche gezogen, so dass der mit Backpulver gefüllte Teil seitlich an der Flasche herunter hängt. Der Ballon wird aufgerichtet, so dass der Inhalt in die Flasche fällt.

Während sich das Backpulver mit dem Essig vermischt, wird der Luftballon auf der Flasche aufgeblasen.

Chemische Erklärung: Bei der Reaktion von Backpulver mit Essig entsteht unter anderem wieder Kohlendioxid, das heißt also ein Gas das sich ausdehnt, so dass ein Überdruck in der Flasche entsteht. Das führt das Aufblasen des Ballons herbei.

Formel: $CH_3COOH + NaHCO_3 \Rightarrow \mathbf{CO_2} + CH_3COO\text{-}Na + H_2O$

(vgl. www.wdr5.de)

3.3 Der Kerzenlöscher

Materialien: Mit Kohlendioxid gefüllten Ballon aus Versuch 2, Becherglas, Teelicht, lange Streichhölzer

Durchführung: Das Teelicht wird im Becherglas angezündet. Der Luftballon wird vorsichtig von der Flasche genommen, so dass kein Gas entweicht. Nun kann das Gas vorsichtig in das Becherglas fließen. Nach einiger Zeit erlischt die Kerzenflamme. Bei diesem Experiment ist es wichtig, dass nicht der Luftstrom aus dem Ballon die Flamme erlischt sondern das Gas aus dem Ballon.

Chemische Erklärung: Die Kerze benötigt zum Brennen Sauerstoff, der in der Luft im Becherglas enthalten ist. CO_2 ist schwerer als O_2, so dass es nach unten strömt und den Sauerstoff verdrängt, die Kerze erlischt nach einiger Zeit (vgl. www.wdr5.de).

3.4 Die Backpulverrakete

Materialien: 1 Päckchen Backpulver, Filmdose, Papierkreis, Leitwerke aus Papier, Schere, Klebstoff, Schutzbrille, Teelöffel, etwas Wasser

Durchführung: Zunächst wird mit Hilfe des Papierkreises und den drei Leitwerken eine Rakete aus der Filmdose gebastelt. Nun wird das Backpulver in die Rakete gefüllt, danach geht die Klasse geschlossen nach draußen auf den Schulhof.

Die Lehrperson gibt einen Teelöffel Wasser in die Filmdose und verschließt diese schnell. Die Rakete wird auf den Boden gestellt, nach einigen Sekunden schießt die Filmdose von ihrem Deckel und geht in die Luft.

Chemische Erklärung: Bei der Reaktion von Backpulver und Wasser entsteht wieder Kohlendioxid, es dehnt sich in der Dose aus und kann nur dann entweichen wenn die Dose vom Deckel entfernt wird.

(vgl. **www.wdr5.de**) (Andrea)

4. Didaktisch-methodische Analyse

4.1 Didaktische Reduktion

„Die heimische Küche bietet für Grundschüler eines der interessantesten Chemielabore, da deren Stoffe aus dem Supermarkt stammen“ (Heinzerling 2006, S.26). Deshalb lässt sich das Thema: „Backpulver- warum geht der Kuchen auf“ als ein Thema des Sachunterrichts sehr gut verwirklichen. Es bietet einen direkten Bezug zur Lebenswelt der Kinder, in ihrem Alltag werden sie täglich mit Brot, Brötchen, Kuchen usw. konfrontiert, für deren Herstellung Backpulver unumgänglich ist und haben auch sicherlich schon zu Hause das Phänomen des aufgehenden Teiges beobachten können.

In Grundschulen gibt es in der Regel keine Fachräume um chemische Experimente durchführen zu können, so dass es für den Bereich Chemie notwendig ist, sich auf Themen zu beschränken, deren Versuche auch im Klassenzimmer gemacht werden können. Die unten aufgeführten Experimente sind so gewählt, dass alle Materialien ohne Labor durchgeführt werden können.

Die Unterrichtsreihe zum Thema „Backpulver- Warum geht der Kuchen auf?“ soll kindgerecht behandelt werden, das heißt auf chemische Formeln und Fachbegriffe wird so weit möglich verzichtet. Es stellt eine große Herausforderung an den Lehrer, den richtigen Schwierigkeitsgrad der Experimente und Unterrichtsthemen zu finden, denn oft werden Schüler gerade auf naturwissenschaftlichen Gebieten in ihren kognitiven Fähigleiten unterfordert. Für eine angemessene Bearbeitung des Themas bietet es sich an, in einer vorausgegangenen Unterrichtsreihe das Thema „Luft: Luft ist nicht Nichts“ zu behandeln, so dass die Kinder eine Grundvorstellung von den in der Luft enthaltenen Gasen haben.

Zum Einstieg der Unterrichtsreihe eignet sich die unten genannte Geschichte von Bäcker Kringelmann um das Interesse der Schüler zu wecken und sie auf das Thema der Unterrichtsreihe vorzubereiten. Es ist wichtig, dass der handlungsorientierte Unterricht im Vordergrund steht, so dass sich an die Geschichte direkt die Experimente anschließen. Handlungsorientierter Unterricht bedeutet hier, dass die Schüler durch eigene Aktivität auf Ergebnisse kommen und Phänomene so selbständig erklären können. Durch entdeckendes Lernen gewinnen die Schüler „Einsicht in die Struktur von Informationen, die vorher nicht vorhanden war. Die Informationen werden so erworben, dass sie für das Problemlösen fruchtbarer werden als die Methode, etwas *darüber* zu lernen, das heißt den Stoff also als fertiges Endprodukt im Gedächtnis zu speichern“.
(Gudjons 2001, S.24)

Durch das Experimentieren der Kinder mit ihnen bekannten Lebensmitteln können sie verschiedene chemische Reaktionen beobachten. Die Schüler lernen durch die Versuche neben dem genauen Beobachten das Notieren und anschließend das Verbalisieren im Klassenverband.

Im ersten Versuch können die Schüler beobachten, dass eine Teigkugel nach oben steigt. Es muss also eine chemische Reaktion stattgefunden haben. Die Schüler werden animiert, dieses chemische Phänomen durch weitere Versuche zu erforschen. Unter dem spielerischen Aspekt der Geschichte von Bäcker Kringelmann lernen sie Backpulver und Mehl zu unterscheiden. Sie sollen das Triebmittel Backpulver und seine Wirkungsweise kennen lernen.
Im zweiten Versuch lernen die Schüler die chemische Reaktion von Essig und Backpulver kennen. Durch den sich aufblasenden Luftballon nimmt das für sie zunächst „unsichtbare“ Gas Kohlenstoffdioxid eine konkrete „Form“ an. Die Schüler haben erfahren, dass ein Gas entsteht und im nächsten Versuch soll überprüft werden welches Gas bei der Reaktion entstanden ist. Um den unmittelbaren Zusammenhang der Versuche Zwei und Drei herzustellen, wird das Gas aus dem Ballon verwendet. Im dritten Versuch wird deutlich, dass es sich bei dem entstandenen „Backpulvergas“ um Kohlenstoffdioxid handelt, da die Kerze erlischt.
Der letzte Versuch zeigt erneut die chemische Reaktion von Wasser und Backpulver in einem konzentrierterem Verhältnis als im Kuchenteig. Die Schüler können nochmals die Entstehung von Kohlenstoffdioxid beobachten und erfahren durch den lauten Knall der Rakete die Heftigkeit der Reaktion. Daher sollte der letzte Versuch auch nur gemeinsam mit Erwachsenen durchgeführt werden.

4.2 Methodische Überlegungen

Die Schüler bearbeiten die Experimente in Partnerarbeit, das bedeutet, sie müssen sich vor den Versuchen absprechen, wer welche Tätigkeit übernimmt. Das fördert enorm die soziale Kompetenz, selbstbewusste Schüler sind gezwungen, auf Kompromisse einzugehen, zurückhaltendere Kinder wiederum lernen, sich in einer Kleingruppe zu behaupten und ihre Meinung zu vertreten.
Die Schüler erhalten im Vorfeld ein Arbeitsblatt, auf dem die Experimente stichpunktartig aufgeführt und parallel mit kleinen Skizzen beschrieben sind. Nach jedem Versuch schreiben oder malen sie ihre Beobachtungen auf, das dient bereits der Vorbereitung auf die weiterführenden Schulen, denn hier werden sie gerade im Chemieunterricht mit Versuchen und deren Versuchsbeschreibungen konfrontiert. Es werden bereits einzelne Fachbegriffe für Materialien aus dem Chemieunterricht eingeführt, diese müssen vor der Durchführung der Experimente gemeinsam mit der Lehrperson besprochen werden.

Das erste Experiment dient dazu, die Kinder verstehen zu lassen, dass in der Teigkugel etwas entstehen muss, dass sie hochsteigen lässt. Hier bildet sich unter Umständen bereits der Zusammenhang zwischen Wasser, Wärmeeinfluss und Aufgehen eines Kuchenteiges. Durch die selbständige Herstellung des Teiges im Vorfeld des eigentlichen Versuches wird die Feinmotorik

geschult und der Spaß am Experimentieren geweckt. Das Beobachtungsvermögen wird ebenfalls geschult, denn die Kinder wissen vom Arbeitsblatt, dass bei einer bestimmten Temperatur eine Veränderung in einem der beiden Gläser stattfinden wird. Sie müssen die Temperatur kontrollieren und gleichzeitig die Teigkugeln beobachten.

Der zweite Versuch soll das Kohlendioxid für die Kinder „sichtbar“ machen. Es ist für Grundschüler sehr schwer zu verstehen, dass es nicht sichtbare Stoffe in der Umwelt gibt, die für Alltagsphänomene verantwortlich sind. Durch das Experiment ist es leichter nachvollziehbar, dass im Brotteig etwas passiert, dass ihn aufgehen lässt, denn die Schüler sehen, dass Gase ein größeres Volumen als Flüssigkeiten und Feststoffe haben. Bei diesem Experiment müssen die Kinder die Abfolge der Versuchsbeschreibung und die dazugehörigen Skizzen genau einhalten, denn nur unter dieser Voraussetzung kann der Versuch funktionieren.

Der dritte Versuch soll der Beweis dafür sein, dass sich in dem Ballon tatsächlich etwas anderes befindet als die „Luft“ im Raum. Das Erlischen der Kerze zeigt diesen Sachverhalt für die Kinder sehr deutlich. Bei diesem Experiment ist es sehr wichtig, dass die Schüler sich vorher absprechen, wer nun den Ballon von der Flasche nimmt, denn es darf kein Gas entweichen. Das fördert das Verantwortungsbewusstsein, denn ohne das Gas im Ballon kann der Versuch nicht funktionieren. Da in diesem Versuch mit Feuer gearbeitet wird, müssen die Schüler die Gefahren im Umgang mit Streichhölzern kennen und die Vorsichtsmaßnahmen befolgen. Die Feinmotorik wird gefördert, denn es stellt eine hohe Anforderung an die Schüler, das Gas nicht aus dem Ballon entweichen zu lassen.

Der vierte Versuch weckt bereits bei der Überschrift das Interesse der Kinder. Sie dürfen eine eigene Rakete bauen, die später sogar in die Luft „gesprengt“ wird. Um die Rakete visuell echt wirken zu lassen, basteln die Kinder zunächst die Spitze und die Triebwerke für die Rakete. Das genaue Zuschneiden und Aufkleben der Gegenstände ist wichtig für den Erfolg des Versuches und schult somit auch hier die Feinmotorik der Schüler.

Das gemeinsame „Zünden“ der Rakete auf dem Schulhof bildet einen gelungenen Abschluss der Experimente. (Andrea)

5. Literaturverzeichnis

Brose, E. (1999): Chemische Backtriebmittel. In: Backmittelinstitut e.V. (Hrsg.): Handbuch Backmittel und Backgrundstoffe. Hamburg. S. 59-67.

Gudjons, H. (2001): Handlungsorientiert lehren und lernen. 6. Auflage. Bad Heilbronn

Hecker, J. (2006): Der Kinder Brockhaus. Experimente. Den Naturwissenschaften auf der Spur. Mannheim

Heinzerling, P. (2006): Mehl ist nicht nur zum Backen da. Experimentieren mit Lebensmitteln und Alltagsstoffen. In: Grundschule. Heft 3 (2006). 38. Jahrgang. Braunschweig. S.26-29

Loderbauer, J. (2004): Das Bäckerbuch. Grund- und Fachstufe in Lernfeldern. Hamburg

Ministerium für Schule, Jugend und Kinder (Hrsg.) (2003): Richtlinien und Lehrpläne zur Erprobung für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf

Schlieper, C. A. (2004): Lernfeld Hauswirtschaft. 2. Auflage. Hamburg

Schwedt, G. (2003): Experimente mit Supermarktprodukten. 2. Auflage. Weinheim

Verg, M. (Hrsg.) (2006): Das GEOlino Experimentierbuch. Stuttgart

Internetquellen

http://www.geo.de/GEOlino/kreativ/zeitvertreib/2120.html (download am 21.06.2007)

http://www.gfk-verein.de/index.php?article=act_04_05&lang=german&f=congress04 (download 01.06.2007)

http://www.hausfrauenseite.de/index.shtml?http://www.hausfrauenseite.de/haushalt/backpulver.html (download am 01.07.2007)

http://www.kochpiraten.de/wissen/Hirschhornsalz.html (download am 24.06.2007)

http://www.markenmuseum.com/cms/index.php?id=marke_backin (download am 21.06.2007)

http://www.oetker.de/wga/oetker/html/frameset/ADMN-4GUBZ7.de.html (download 05.06.2007)

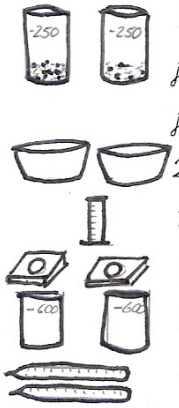
http://www.wdr.de/tv/west-art/sendung/do300103_4.html#B (download am 24.06.2007)

http://www.wdr5.de/lilipuz/wissenschaft/hexenkueche/detail_2.phtml?wert=05-07-08_backpulver (download am 17.05.2007)

Name, Vorname: .....

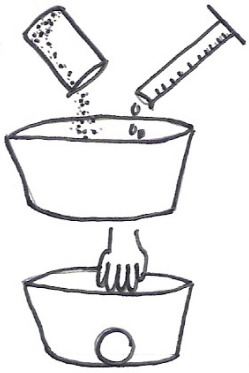
Wo ist das Backpulver von Bäcker Kringelmann?

Du benötigst:



2 Mehlproben in
je 2 Bechergläsern (250 ml)
je 30 ml Wasser
2 Rührschüsseln
1 Messzylinder (100 ml)
2 Heizplatten
2 Bechergläser (600 ml)
2 Thermometer

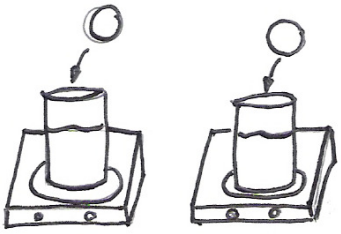
Du experimentierst wie folgt:



Gebe eine Mehlprobe in die Rührschüssel.
Fülle 30 ml Wasser in den Messzylinder
Gebe das Wasser in die Rührschüssel.

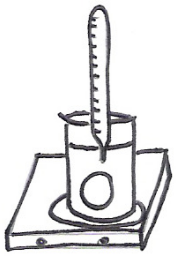
Knete den Teig mit deinen Händen und forme eine Teigkugel.

Jetzt machst du dasselbe mit der zweiten Mehlprobe.



Fülle die beiden Bechergläser jeweils zur Hälfte mit Wasser und gebe je eine Teigkugel hinein.
Stelle je ein Becherglas auf eine Heizplatte.

!Vorsicht !



Erhitze die Heizplatten auf 200°C.
Prüfe mit dem Thermometer die Wassertemperatur.

Was kannst du bei einer Wassertemperatur von 40°C beobachten?

Was beobachtest Du? Notiere oder zeichne deine Beobachtungen!

Kannst du deine Beobachtung erklären?

Der Geist aus der Flasche

Du benötigst:

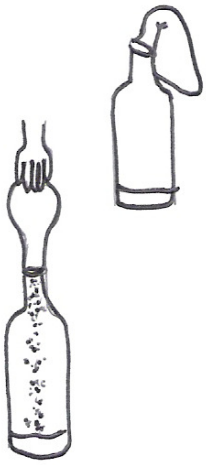
- 1 Tütchen Backpulver
- 100 ml Essig
- Flasche
- Luftballon
- Trichter
- Messzylinder (100 ml)
- Schutzbrille

Du experimentierst wie folgt:

Setze deine Schutzbrille auf.

Fülle 100 ml Essig in den Messzylinder und gieße den Essig vorsichtig in die Flasche.

Stecke den Trichter in die Ballonöffnung. Gebe das Backpulver langsam in den Trichter.



Ziehe den Ballon luftdicht über die Flaschenöffnung, so dass der mit Backpulver gefüllte Teil seitlich hinunter hängt.

Richte den Ballon auf, so dass der Inhalt in die Flasche und damit in den Essig fällt.

Was beobachtest du? Notiere oder zeichne deine Beobachtungen!

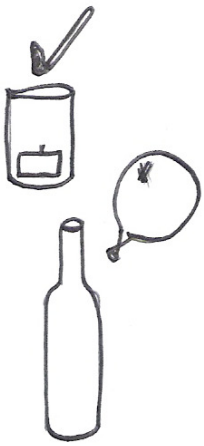
Kannst du deine Beobachtung erklären?

Der Kerzenlöscher

Du benötigst:

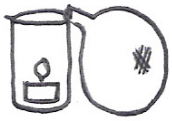
Mit „Backpulvergas“ gefüllten Ballon aus dem Versuch:
„Der Geist aus der Flasche“
Becherglas (150 ml)
Teelicht
lange Streichhölzer

Du experimentierst wie folgt:



Stelle das Teelicht in das Becherglas.
Zünde das Teelicht mit einem Streichholz an.

Nehme den mit „Backpulvergas“ gefüllten Luftballon vorsichtig von der Flasche.
Achte darauf, dass der Ballon kein „Backpulvergas“ verliert.



Halte den Luftballon seitlich an das Becherglas.
Lasse das „Backpulvergas“ langsam in das Becherglas fließen.
Achte darauf, dass das Teelicht nicht durch den Luftstrom ausgepustet wird.

!Achtung!

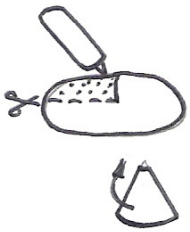
Was beobachtest du? Notiere oder zeichne deine Beobachtungen!

Kannst du deine Beobachtung erklären?

Die Backpulverrakete (Achtung: Experimentiere nur zusammen mit einem Erwachsenen!)

Du benötigst:

Du experimentierst wie folgt:



Schneide den Papierkreis an der gestrichelten Linie ein. Gebe auf die gepunktete Fläche Klebstoff.
Biege den Papierkreis zu einem Trichter

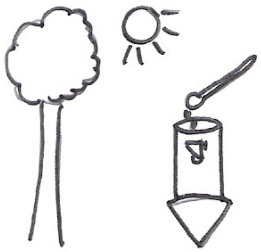
Gebe Kleber auf den Rand des Filmdosenbodens. Befestige den Trichter darauf.

Klebe die Triebwerke an die Filmdose.

Setze deine Schutzbrille auf!

Fülle 1 Tüte Backpulver in die Filmdose.

Gehe mit deiner Rakete nach Draußen.



Bitte deine Lehrer / In 1 Teel. Wasser in deine Rakete zu füllen.

Verschließe schnell den Deckel.

Stelle deine Rakete mit der Spitze nach oben auf den Boden.

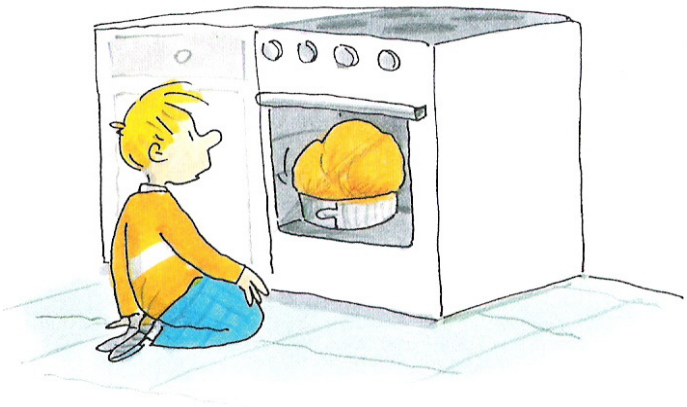
Trete einige Schritte zurück.

Was beobachtest Du? Notiere oder zeichne deine Beobachtungen!

Kannst du deine Beobachtung erklären?

Backpulver – Warum geht der Kuchenteig auf?

Ich glaub´ der Kuchen platzt gleich!



1. Die Geschichte des Backpulvers

2. Verfahren der Teiglockerung

3. Chemische Backtriebmittel

4. Experimente
a) Wo ist das Backpulver von Bäcker Kringelmann?

b) Der Geist aus der Flasche

c) Der Kerzenlöscher

d) Die Backpulverrakete

5. Das Thema „Backpulver- Warum geht der Kuchen auf?“ in der Grundschule

1. Die Geschichte des Backpulvers

Dr. August Oetker

Versuchsküche 1911

Anzeige Backin

Zeit ist Geld
auch für die Hausfrau!

Marke Oetker

Daher verwenden heute fast alle Hausfrauen zum Kuchenbacken nur noch

Dr. Oetker's Backpulver

weil das früher übliche Backen mit Hefe zu viel Zeit verlangt. —

Man versuche:

Dr. Oetker's Topfkuchen.

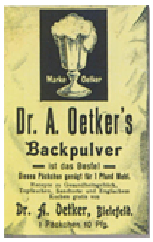
Zutaten: 250 g Butter, 200 g Zucker, 7 Eier, das Weiße zu Schnee geschlagen, 300 g Weizenmehl, 1 Päckchen von Dr. Oetker's Backpulver, 100 g Korinthen, 100 g Rosinen, 30 g Sukkade, das abgeriebene Gelbe einer halben Zitrone, ½ bis ¾ Liter Milch.

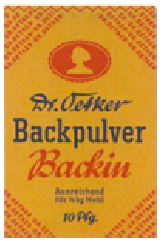
Zubereitung: Die Butter rühre schaumig, gib Zucker, Eigelb, Milch, Mehl, dieses mit dem Backpulver gemischt, hinzu und zuletzt die Korinthen und Rosinen, die Sukkade, das Zitronengelb und den Eierschnee. Fülle die Masse in die gefettete und mit Mandeln ausgestreute Form und backe den Kuchen in rund 1½ Stunden.

Anmerkung. Man gibt zu dem Teig so viel Milch, dass er dick vom Löffel fließt.

Rezeptvorschlag

Backinpackungen im Wandel der Zeit:

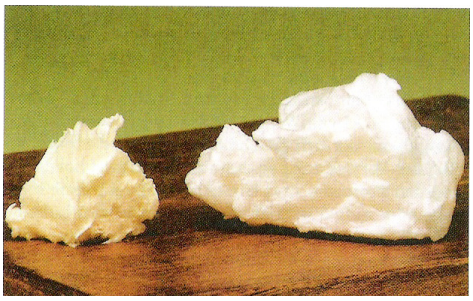




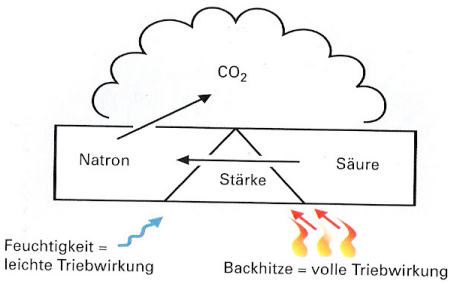
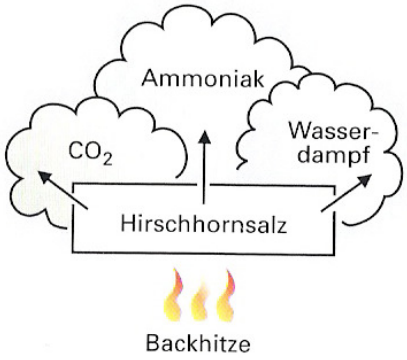
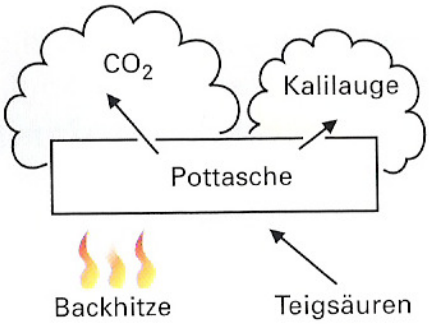
1893, 1902, **1916, 1933,** **1956, 1979**

2. Verfahren der Teiglockerung

1. Physikalische Teiglockerung



2. Biologische Teiglockerung

3. Chemische Teiglockerung

3. Chemische Backtriebmittel (Modelle vgl. Loderbauer)